

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **61-174321**

(43)Date of publication of application : **06.08.1986**

(51)Int.Cl. **C21D 6/00**
// C22C 38/18

(21)Application number : **60-013607**

(71)Applicant : **NIPPON STEEL CORP**

(22)Date of filing : **29.01.1985**

(72)Inventor : **TAKAHASHI TOSHIHIKO**
TARUI TOSHIZO
SATO HIROSHI

(54) SPHEROIDIZING ANNEALING METHOD OF MACHINE STRUCTURAL STEEL

(57)Abstract:

PURPOSE: To shorten the time required to finish the spheroidizing annealing of a medium carbon steel material and to ensure the cold forgeability of the steel material and the toughness of a product by restricting the limiting values of components in the steel material and specifying conditions during the annealing.

CONSTITUTION: A steel material consisting of, by weight, 0.32W0.65% C, <0.05% Si, 0.2W0.5% Mn, 0.1W0.9% Cr (Mn+Cr=0.3W1.3%), 0.005W0.1% Al, <0.02% P, <0.02% S and the balance Fe with inevitable impurities or further contg. one or more among ≤1% Ni, ≤1% Cu and <0.3% Mo and/or 0.002W0.05% Ti and/or 0.0005W0.02% B is heated at 730W850°C for 20secW3hr and cooled slowly at 0.5W30°C/min cooling rate or heated at 730W850°C for 20secW3hr, held at 670W720°C for 5minW2hr and allowed to cool. Thus, the steel material is spheroidized.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

DERWENT-ACC-NO: 1986-247712
DERWENT-WEEK: 198638
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Spheroidising machine structural steel - by heating
to 750-850 deg. C,
slow cooling and/or holding at 670-720 deg. C for 5 minutes
to 2 hours, and
cooling

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON STEEL CORP[YAWA]

PRIORITY-DATA: 1985JP-0013607 (January 29, 1985)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PUB-DATE | LANGUAGE |
|---------------|------------------|----------|
| PAGES | MAIN-IPC | |
| JP 61174321 A | August 6, 1986 | N/A |
| 006 | N/A | |
| JP 93076522 B | October 22, 1993 | N/A |
| 007 | C21D 006/00 | |

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO |
|------------------|-----------------|----------------|
| APPL-DATE | | |
| JP61174321A | N/A | 1985JP-0013607 |
| January 29, 1985 | | |
| JP93076522B | N/A | 1985JP-0013607 |
| January 29, 1985 | | |
| JP93076522B | Based on | JP61174321 |
| N/A | | |

INT-CL_(IPC): C21D001/32; C21D006/00 ; C22C038/18 ;
C22C038/54

ABSTRACTED-PUB-NO: JP61174321A

BASIC-ABSTRACT: Method involves heating steel to 730-850
deg.C for 20 seconds
to 3 hrs., followed by (a) slow cooling at 0.5-30
deg.C/min. and/or (b)
holding it at 670-720 deg.C for 5 min-2 hrs. and then
cooling. The steel
comprises (in wt.%) 0.32-0.65 C, under 0.05 Si, 0.2-0.5 Mn,
0.1-0.9 Cr and
0.3-1.3 (Mn+Cr), 0.005-0.1 Al, under 0.02 P, and S each,
opt. (A) one or more
of under (sic) Ni, and Cu, and under 0.3 Mo, and/or (B)
0.002-0.05 Ti, and/or

0.0005-0.02 B, and balance Fe and incidental impurities.

USE/ADVANTAGE - Esp. for softening medium-C machine structural steel for cold forging. Short annealing time, improved cold forgeability and improved toughness are achieved.

In an example, steel comprising (in wt.%) 0.35 C, 0.01 Si, 0.40 Mn, 0.72 Cr, 0.02 Al, 0.015 P, 0.009 S, and balance Fe was hot rolled, naturally cooled to 11 mm dia., annealed at 763 deg.C for 3 min., and cooled at 1.2 deg.C/min, and had TS of 46 kg/mm², $26+65 \times C\% = 48.8$ kg/mm² (objective TS for spheroidising annealing), no cracks in a compression test, and toughness represented by uE20 of 16.2 kgm/cm² after heating to 900 deg.C for 30 min., oil quenching, and annealing at 600 deg.C for 1 hr.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.0/0

TITLE-TERMS:
SPHEROIDISE MACHINE STRUCTURE STEEL HEAT DEGREE SLOW
COOLING HOLD DEGREE MINUTE
HOUR COOLING

DERWENT-CLASS: M24 M27

CPI-CODES: M24-D02B;

SECONDARY-ACC-NO:
CPI Secondary Accession Numbers: C1986-106499

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-174321

⑤ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和61年(1986)8月6日

C 21 D 6/00
// C 22 C 38/187730-4K
7147-4K

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 機械構造用鋼の球状化焼鈍法

⑯ 特 願 昭60-13607

⑰ 出 願 昭60(1985)1月29日

⑱ 発 明 者 高 橋 稔 彦 相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鉄株式会社第二技術
研究所内⑲ 発 明 者 樽 井 敏 三 相模原市淵野辺5-10-1 新日本製鉄株式会社第二技術
研究所内

⑳ 発 明 者 佐 藤 洋 釜石市鈴子町23-15 新日本製鉄株式会社釜石製鉄所内

㉑ 出 願 人 新日本製鉄株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

㉒ 代 理 人 弁理士 茶野木 立夫

明 細 書

1. 発明の名称

機械構造用鋼の球状化焼鈍法

2. 特許請求の範囲

重量%でC 0.32~0.65%、Si 0.05%未満、
Mn と Cr の合計量が0.3~1.3%の範囲で Mn
0.2~0.5%、Cr 0.1~0.9%、Al 0.005~0.1%を含有し、且つPを0.02%
未満、Sを0.02%未満、その他必要に応じて(A) Ni 1%以下、Cu 1%以
下、Mo 0.3%以下の1種または2種以上あるいは
(B) Ti 0.002%~0.05%、B 0.0005~0.02%
の1種または2種の(A)、(B)いずれかの群の一方又
は両方を含有し、残部はFe及び不可避不純より
なる鋼について、730~850℃に20秒~3時間
加熱した後、(イ) 0.5~30℃/分の冷却速度で徐冷す
るか、あるいは(ロ) 670~720℃の範囲の温度に
5分~2時間保定した後放冷するか(ハ)、(ロ)いずれ
かの球状化処理を実施することを特徴とする機械

構造用鋼の球状化焼鈍法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は、機械構造用鋼の球状化焼鈍法に係り、
特に冷間鍛造に供される中炭素系機械構造用鋼の
軟質化を目的とする球状化焼鈍法の改良に関する
ものである。

(従来技術及び問題点)

従来、中炭素系機械構造用鋼は、冷間鍛造に際
しその変形抵抗を下げて、冷間鍛造性の向上をは
かるため、軟質化が行なわれ、その手段の一つと
してセメントタイトの球状化焼鈍処理が行われてい
る。この球状化焼鈍処理は、たとえば特開昭59-
136421号公報に見られるように、A₁点以上の
温度に加熱した後、10℃/時程度の超低速で連続
冷却するか、あるいはA₁点以上に加熱後、A₁点
直下の温度に3時間以上保定するという方法で行
われている。

しかしながら、これでは処理時間が非常に長く

なり工業的に不利である。一方、焼鈍時間の短縮を目的として連続冷却の冷却速度を高めたり、あるいはA₁点直下の保定時間を短くするような試みを行なうと、結果として強度が増加し、いずれも軟質化の目的を達成できない。

ところで、一般に中炭素鋼の圧延材は、特開昭59-136421号公報にも見られるように、パーライト組織ないしフェライト・パーライト組織となつてゐる。従つて強度を低下させるためには、組織の大半を占めるパーライトの強度を低下させることが必要である。

一般にパーライトの強度は、セメンタイト間隔に反比例する関係があるので、球状パーライトの強度を低下させることを考えると、そのためにはパーライトのセメンタイト間隔を粗くすることが必要になる。

しかるに、球状パーライトのセメンタイト間隔は、オーステナイトからパーライトが変態生成する温度で一義的に決まり、高い温度で変態するほど粗くなる。ところがパーライト変態は、温度

0.002%~0.05%、B 0.0005~0.02%の1種または2種の(A)、(B)いずれかの群の一方又は両方を含有し、残部はFe及び不可避不純よりなる鋼について、730~850℃に20秒~3時間加熱した後、(i) 0.5~30℃/分の冷却速度で徐冷するか、あるいは(ii) 670~720℃の範囲の温度に5分~2時間保定した後放冷するか(i)、(ii)いずれかの球状化処理を実施することを特徴とする機械構造用鋼の球状化焼鈍法にある。

以下に本発明を詳細に説明する。

まず最初に本発明において球状化焼鈍とは、その引張強度を $26+65 \times C\%$ (R_p/mm^2) 以下とする処理を意味する。この式は、C量を0.2~0.7%と変えて回帰させて求めたものであり、26はフェライトとパーライトの強度に、また65はC量即ちパーライト量にそれぞれ依存する項である。C量によつて決まる同式の値を強度が超える場合には、球状化焼鈍により軟質化したとは言えない。

次に本発明の対象とする鋼の成分限定理由について述べる。

が高くなるほど進行が遅れ、終了にきわめて長時間を要するようになる。

(問題点を解決するための手段・作用)

そこで本発明者らは、かかる従来の知見を種々解析して、中炭素系機械構造用鋼についてその強度の支配因子を検討した結果、A₁点近傍の温度域でのパーライト変態を促進して、短時間の球状化焼鈍により鋼材の軟質化をはかるための手段として、従来の鋼に含まれるMnの一部をCrとおき変えるとともに、球状化焼鈍条件として所定のものを選ぶことによつて、その達成が可能であるという全く新たな知見を得て本発明をなしたものである。

本発明は以上のような知見に基いてなされたものであつて、その要旨とする所は、重量%でC 0.32~0.65%、Si 0.05%未満、MnとCrの合計量が0.2~1.3%の範囲で、Mn 0.2~0.5%、Cr 0.1~0.9%、Al 0.005~0.1%を含有し、且つPを0.02%未満、Sを0.02%未満に制限し、その他必要に応じて(A) Ni 1%以下、Cu 1%以下、Mo 0.3%以下の1種または2種以上あるいは(B) Ti

まず、Cは冷間鍛造後の焼入れ焼戻し処理に於いて、製品に所要の強度を付与するために必須の元素であるが、0.32%未満では所要の強度を得られず、一方0.65%を超えても焼入れ焼戻し後の強度はもはや増加しないので、0.32~0.65%の範囲に限定した。

Siはその固溶体硬化作用によつて、圧延材の強度を高めるので、固溶体硬化の影響を無視できるように0.05%未満に含有量を限定した。また、このようにSiを下げて、焼入処理時に要求される焼入性は低下しない。

次にMnとCrは、MnとCrを複合添加し且つその含有量を前記のように定めた点が発明の最も重要な点である。即ち、従来の中炭素系機械構造用鋼であるS45C鋼は、C 0.42~0.48%、Si 0.15~0.35%、Mn 0.60~0.90%を含むことが規定されているものであるが、そのMn量を減らし、代わりにCrを添加することによつて、S45C鋼に比べフェライト変態開始温度とともに、軟質化のポイントであるパーライト変態の開始温度と終了

温度が高くなる。

従つてこのような鋼は、S45Cに比べて高速で冷却しても同じ温度でパーライト変態させられる。また、この鋼はパーライト変態温度が高温側へシフトするので、圧延後A₁点近傍の温度に保定した場合にも、短時間でパーライト変態を終了させることができる。

本発明者らは、たとえば圧延後直接700℃に保定したときのパーライト変態時間は、S45C鋼で120分を要するのに対して、このようにMnを減らし、Crを添加した鋼では、わずか3分で変態が終了することを確認している。

ここでMnとCrの添加量及びその合計量を、上記のように限定したのは以下の理由による。高温域のパーライト変態を短時間で終了させるためには、できるだけMnをCrで置換した方が良いが、Mn 0.2%未満では鋼中のSを十分に固定することができず、熱間脆性をおさえることができない。一方Mnが0.5%を超えると、Crが添加されていても高温でのパーライト変態を短時間に終了させ

るので、これ以下に限定した。

以上が本発明の対象とする鋼の基本成分であるが、本発明においてはその他、鋼の強度・靱性を向上させるため、(A) Ni 1%以下、Cu 1%以下、Mo 0.3%以下の1種又は2種以上、また高温域のパーライト変態促進のために、(B) Ti 0.002～0.05%、B 0.0005～0.02%の1種又は2種の(A)、(B)のいずれかの群の一方又は両方を含有せしめることもできる。

(A)群のNiは、靱性を向上させるとともに焼入性を大きくして、強度を向上させるために添加されるが、1%を超えると焼入性が大きくなり過ぎて、冷間鍛造性が悪くなるのでこれを上限とした。Cuも同様に靱性と焼入性を向上させるが、1%を超えるとその効果は飽和するのでこれを上限とした。

また、Moは焼入性を向上し、強い焼戻し軟化抵抗を有するが、0.3%を超えても添加量に見合うだけの効果がないのでこれを上限とした。

一方(B)群のTi、Bはいずれも高温域でのパーラ

イット変態の促進を目的に添加される。すなわちTiとBは組合せて添加する方が効果的で、TiはAlと共にNを固定して、Bの焼入性効果を十分に発揮させるために添加される。TiとBの添加によつて、鍛造後の焼入れ処理時の焼入性を増加させると、MnとCrの合計量を減らすことが可能となり、高温域でのパーライト変態は一段と短時間に終了するようになる。

Crは高温でのパーライト変態の促進には不可欠の元素であるが、その添加量が0.1%未満では十分な効果を発揮しない。一方0.9%を超えると鋼の焼入性を高め、変態温度が逆に低下してくるので、0.1～0.9%に限定した。

更にMnとCrの合計量を0.3～1.3%に限定したのは、合計量が0.3%未満では鍛造後の焼入れ処理時の焼入性を保証することができず、一方1.3%を超えると、パーライト変態の終了に時間がかかりすぎるためである。

Alは鍛造後の焼入れ処理時のオーステナイト粒度の粗大化を防止する目的で添加するもので、0.005%未満ではその効果がなく、一方0.1%を超えるとオーステナイト粒粗大化抑制効果は飽和する上、むしろ冷間鍛造性を劣化させるので、0.005～0.1%に限定した。

P、Sはいずれも冷間鍛造性に有害な元素である。いずれも0.02%を超えると悪影響が顕著に

イット変態の促進を目的に添加される。すなわちTiとBは組合せて添加する方が効果的で、TiはAlと共にNを固定して、Bの焼入性効果を十分に発揮させるために添加される。TiとBの添加によつて、鍛造後の焼入れ処理時の焼入性を増加させると、MnとCrの合計量を減らすことが可能となり、高温域でのパーライト変態は一段と短時間に終了するようになる。

Tiは0.002%未満ではN固定効果が不十分であり、一方、0.05%を超えると冷間鍛造性に有害な粗大なTiNが生成するので、0.002～0.05%に限定した。Bは0.0005%未満では焼入性増加効果は発揮せず、0.02%を超えると粗大なB化合物を析出させて靱性を劣化させるので、0.0005～0.02%に限定した。

次に本発明においては、軟質化処理のための球状化焼鈍条件として、730～850℃に20秒～3時間加熱した後、(i) 0.5℃/分～30℃/分の冷却速度で徐冷するか、あるいは(ii) 670～720℃の範囲の温度に5分～2時間保定した後放冷するか(i)、

(問)いずれの処理を実施するものであつて、(問)いずれの手段によつても、高温域でのパーライト変態を短時間に終了せしめ、且つ引張強度を $30 + 57 \times C\%$ (Kg/mm^2) 以下とすることが可能である。

まず、加熱温度を $730^\circ C$ 以上に限定したのは、 $730^\circ C$ より低い温度ではセメンタイトが十分にオーステナイトへ溶け込まないので、その後の冷却で球状パーライトに変態させられないで、目標とする軟質化が得られないためである。一方、加熱温度が $850^\circ C$ を超えると、オーステナイトから球状パーライトではなく、層状パーライトが変態、生成して目標の軟質化が得られないので $850^\circ C$ を上限とした。

加熱時間を 20 秒～3 時間に限定したのも同じ理由で、20 秒未満ではセメンタイトの溶け込みが不十分なため、又 3 時間を超えると、球状パーライトを変態生成させられないためである。

次に上記のごとき条件で加熱後、(問)連続冷却により徐冷を行なう場合は、その冷却速度が $30^\circ C/分$ を超えると、球状パーライトの変態温度が下り

すぎて軟質化できないのでこれを上限とした。軟質化の点からは、冷却速度は小さい方がいいが、 $0.5^\circ C/分$ より更に冷却速度を下けても、強度はほとんど低下しないのでこれを下限とした。この範囲の中でも、特に加熱温度 $730 \sim 780^\circ C$ 、冷却速度 $1 \sim 8^\circ C/分$ が軟質化と生産性を両立させる望ましい条件である。

一方、(問)保定を行なう場合、保定温度の上限を $720^\circ C$ に限定したのは、 $720^\circ C$ を超えると球状パーライト変態を終了させるのに 2 時間以上を要し現実的でないためである。しかし、 $670^\circ C$ より下ではセメンタイト間隔が細くなつて、目標の軟質化が得られない。また、保定時間は 5 分未満ではパーライト変態が終了せず、目標の軟質化に到達しないので 5 分保定を下限とした。一方 2 時間を超えて保定しても軟質化はもはや進行しないので 2 時間を上限とした。

保定後は放冷を行なうものであるが、これは前記保定によつてパーライト変態が完了するので、その後徐冷する必要がないからである。

以下実施例により、本発明の効果をさらに具体的に説明する。

実施例

第 1 表に供試材の化学組成、ならびに通常の熱間圧延で $11\phi mm$ に仕上げた後、放冷した材料の焼鈍条件を示す。同表中、試験番号 1、4、7、8、11、14～17、27～29 が本発明例で、その他は比較例である。

これらの材料を用いて、引張試験は JIS 14A 号試験片で行ない、冷鍛性の評価は、 $14\phi mm \times 21mm$ の試験片を真歪 2 の圧縮試験を行なつたときの割れ発生の有無で求め、○印は割れが発生しなかつた場合、×印は割れが発生したことを示す。また、焼入・焼戻後の靱性値は、 $900^\circ C$ に 30 分加熱後、油焼入れし、次に $600^\circ C$ に 1 時間焼戻した材料を JIS 3 号試験を用いて、 $20^\circ C$ で衝撃試験を行ない求めたものである。これらの試験結果を第 1 表に併記する。

本発明のものは、いずれも $30 + 57 \times C\%$ (Kg/mm^2) の目標強度を十分に下回っている。これに対し、

比較例である 12 は、加熱後の冷却速度が大きすぎたために、セメンタイト間隔が細くなつて、また 13 では加熱温度が高すぎたために層状パーライトが生成して、いずれも軟質化されなかつた。また比較例である 15、9、12 は、いずれも保定条件が不適切、すなわち 15 では保定時間が短かすぎ、19 は保定温度が高すぎ、12 は温度が低すぎるためにいずれも目標強度を下回ることが出来なかつた。

一方、比較例である 16、10、13 は、いずれも加熱条件が不適切な場合の例で、16 は時間が短かすぎ、10 は逆に長すぎ、13 は温度が低すぎたためいずれも軟質化されていない。

比較例である 18～26 は、鋼材組成が不適切な例で、18、19、20 はいずれも Mn が多すぎ、しかも 18、19 では Cr が含有されていないために軟質化されていない。また 20 は Al が多すぎるために冷間鍛造性も良くなかつた。21 は Cr が多すぎて軟質化されていない。22 では軟質化は十分達成されているが、Mn と Cr の合計量

が少ないために焼入性が不足し、鍛造後の焼入・焼戻処理で、必要な強度を確保できなかった。
 ㏞23はSi量が多くて軟質化できなかった例である。
 ㏞24はMnとCrの合計量が多すぎて軟質化されていない例である。
 ㏞25と26は、P、Sの含有量が高すぎて冷間鍛造性、製品化された後の靱性が劣ることを示す例である。

第 1 表

| 試験 番号 | 鋼材の化学組成 (重量%) | | | | | | | | | | | | 加 熱 | | 冷 處 | | 保 定 | | 26+65 ×C% | 強度 | 冷 鍛 性 | 靱性値 uE20 (kg/mm ²) |
|----------|---------------|------|------|------|-------|-------|-------|-----|------|------|-------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|-----------------------|-------|--------------------------------------|
| | C | Si | Mn | Cr | Al | P | S | Ni | Cu | Mo | Ti | B | 温度 (℃) | 時間 (分) | 温度 (℃) | 時間 (分) | 温度 (℃) | 時間 (分) | (kg/mm ²) | (kg/mm ²) | | |
| ① | 0.35 | 0.01 | 0.40 | 0.72 | 0.02 | 0.015 | 0.009 | — | — | — | — | — | 763 | 3 | 12 | — | — | — | 48.8 | 46 | ○ | 16.2 |
| 2 | 0.35 | 0.01 | 0.40 | 0.72 | 0.02 | 0.015 | 0.009 | — | — | — | — | — | 770 | 120 | 32 | — | — | — | 48.8 | 55 | ○ | 16.3 |
| 3 | 0.35 | 0.01 | 0.40 | 0.72 | 0.02 | 0.015 | 0.009 | — | — | — | — | — | 870 | 25 | 5 | — | — | — | 48.8 | 53 | ○ | 15.8 |
| ④ | 0.45 | 0.01 | 0.30 | 0.39 | 0.025 | 0.012 | 0.013 | — | — | — | — | — | 745 | 60 | — | 695 | 15 | — | 55.3 | 50 | ○ | 13.0 |
| 5 | 0.45 | 0.01 | 0.30 | 0.39 | 0.025 | 0.012 | 0.013 | — | — | — | — | — | 750 | 70 | — | 690 | 1 | — | 55.3 | 61 | ○ | 12.6 |
| 6 | 0.45 | 0.01 | 0.30 | 0.39 | 0.025 | 0.012 | 0.013 | — | — | — | — | — | 790 | 025 | 15 | — | — | — | 55.3 | 59 | ○ | 13.2 |
| ⑦ | 0.51 | 0.03 | 0.34 | 0.52 | 0.013 | 0.008 | 0.006 | — | — | — | — | 0.003 | 820 | 150 | 22 | — | — | — | 59.2 | 55 | ○ | 9.3 |
| ⑧ | 0.62 | 0.01 | 0.24 | 0.40 | 0.045 | 0.010 | 0.008 | — | — | — | — | 0.004 | 730 | 60 | — | 705 | 100 | — | 66.3 | 61 | ○ | 8.1 |
| 9 | 0.62 | 0.01 | 0.24 | 0.40 | 0.045 | 0.010 | 0.008 | — | — | — | — | 0.004 | 775 | 90 | — | 727 | 200 | — | 66.3 | 70 | ○ | 7.6 |
| 10 | 0.62 | 0.01 | 0.24 | 0.40 | 0.045 | 0.010 | 0.008 | — | — | — | — | 0.004 | 800 | 220 | 10 | — | — | — | 66.3 | 69 | ○ | 7.3 |
| ⑩ | 0.42 | 0.02 | 0.35 | 0.31 | 0.011 | 0.009 | 0.015 | 0.6 | — | — | — | — | 740 | 150 | — | 675 | 110 | — | 53.3 | 49 | ○ | 14.2 |
| 12 | 0.42 | 0.02 | 0.35 | 0.31 | 0.011 | 0.009 | 0.015 | 0.6 | — | — | — | — | 745 | 120 | — | 662 | 90 | — | 53.3 | 57 | ○ | 14.8 |
| 13 | 0.42 | 0.02 | 0.35 | 0.31 | 0.011 | 0.009 | 0.015 | 0.6 | — | — | — | — | 725 | 200 | 20 | — | — | — | 53.3 | 61 | ○ | 15.0 |
| ⑭ | 0.38 | 0.01 | 0.33 | 0.38 | 0.028 | 0.015 | 0.010 | — | 0.76 | — | — | — | 815 | 1 | 12 | — | — | — | 50.7 | 47 | ○ | 15.0 |
| ⑮ | 0.50 | 0.04 | 0.30 | 0.25 | 0.065 | 0.008 | 0.005 | — | — | 0.10 | — | — | 760 | 10 | 22 | — | — | — | 58.5 | 56 | ○ | 9.7 |
| ⑯ | 0.45 | 0.02 | 0.30 | 0.30 | 0.022 | 0.010 | 0.011 | — | — | — | 0.015 | 0.002 | 750 | 85 | — | 695 | 10 | — | 55.3 | 49 | ○ | 14.7 |
| ⑰ | 0.45 | 0.01 | 0.31 | 0.37 | 0.024 | 0.012 | 0.013 | 0.2 | — | — | — | 0.003 | 735 | 100 | 6 | — | — | — | 55.3 | 48 | ○ | 13.8 |
| 18 | 0.44 | 0.25 | 0.75 | — | 0.020 | 0.016 | 0.010 | — | — | — | — | — | 750 | 60 | 12 | — | — | — | 54.6 | 65 | ○ | 13.0 |
| 19 | 0.55 | 0.26 | 0.78 | — | 0.025 | 0.020 | 0.018 | — | — | — | — | — | 740 | 180 | 1 | — | — | — | 61.8 | 72 | ○ | 6.6 |
| 20 | 0.43 | 0.04 | 0.72 | 0.32 | 0.115 | 0.030 | 0.008 | — | — | — | — | — | 770 | 45 | — | 700 | 150 | — | 54.0 | 60 | × | 13.2 |
| 21 | 0.38 | 0.02 | 0.22 | 0.94 | 0.041 | 0.022 | 0.013 | — | — | — | — | — | 800 | 5 | — | 675 | 30 | — | 50.7 | 55 | ○ | 14.2 |
| 22 | 0.46 | 0.04 | 0.13 | 0.12 | 0.026 | 0.015 | 0.013 | — | — | — | — | — | 750 | 120 | — | 690 | 120 | — | 55.9 | 51 | ○ | 13.0 |
| 23 | 0.45 | 0.19 | 0.34 | 0.50 | 0.030 | 0.012 | 0.005 | — | — | — | — | — | 790 | 15 | 2 | — | — | — | 55.3 | 60 | ○ | 12.6 |
| 24 | 0.48 | 0.03 | 0.48 | 0.87 | 0.055 | 0.018 | 0.010 | — | — | — | — | — | 735 | 150 | — | 685 | 180 | — | 57.2 | 59 | ○ | 10.0 |
| 25 | 0.55 | 0.02 | 0.35 | 0.41 | 0.030 | 0.012 | 0.037 | — | — | — | — | — | 755 | 25 | 3 | — | — | — | 61.8 | 55 | × | 4.0 |
| 26 | 0.51 | 0.01 | 0.40 | 0.38 | 0.023 | 0.035 | 0.018 | — | — | — | — | — | 790 | 60 | — | 710 | 30 | — | 59.2 | 54 | × | 3.1 |
| ⑳ | 0.43 | 0.02 | 0.25 | 0.15 | 0.055 | 0.008 | 0.006 | 0.3 | — | 0.1 | 0.015 | 0.002 | 760 | 20 | 5 | — | — | — | 54.0 | 52 | ○ | 13.9 |
| ㉑ | 0.39 | 0.01 | 0.38 | 0.25 | 0.036 | 0.010 | 0.007 | — | 0.2 | — | — | 0.003 | 755 | 30 | 8 | — | — | — | 51.4 | 50 | ○ | 14.3 |
| ㉒ | 0.42 | 0.04 | 0.35 | 0.36 | 0.029 | 0.009 | 0.007 | 0.4 | — | — | 0.021 | — | 790 | 15 | — | 700 | 60 | — | 53.3 | 51 | ○ | 14.6 |

○印：本発明例を示す。

(発明の効果)

以上の実施例からも明らかなごとく、本発明は鋼材組成と焼鈍条件とを最適に選択することによつて、中炭素系機械構造用鋼の球状化焼鈍時間の短縮と冷間鍛造性の確保、製品の強靱性の確保を両立させることを可能にしたものであり、産業上の効果は極めて顕著なものがある。

代理人 弁理士 茶野木 立 夫



手続補正書 (自発)

昭和60年4月26日

特許庁長官 志賀 学 殿

1. 事件の表示

昭和60年特許願第13607号

2. 発明の名称

機械構造用鋼の球状化焼鈍法

3. 補正をする者

事件との関係 出願人

住所 東京都千代田区大手町二丁目6番3号

名称 (665) 新日本製鉄株式会社

代表者 武田 豊

4. 代理人

住所 東京都中央区日本橋3丁目3番3号

加藤ビル4階

氏名 (6193) 弁理士 茶野木 立 夫



5. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄

6 補正の内容

- (1) 明細書4頁16行の0.2を「0.3」に補正する。
- (2) 同 11頁3~4行の30+57を「26+65」に補正する
- (3) 同 13頁10行の14を「11」に補正する。
- (4) 同 11行の貞歪を「真歪」に補正する。
- (5) 同 16行の試験を「試験片」に補正する。
- (6) 同 19行の30+57を「26+65」に補正する。